

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003年6月5日 (05.06.2003)

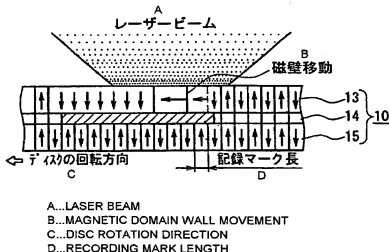
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/046905 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 11/105
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/12289
- (22) 国際出願日: 2002年11月25日 (25.11.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2001-365047  
2001年11月29日 (29.11.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村上 元良 (MURAKAMI, Motoyoshi) [JP/JP]; 〒573-0081 大阪府 枚方市 駅南寺町32-10 Osaka (JP). 坂口 武 (SAKAGUCHI, Takeshi) [JP/JP]; 〒567-0042 大阪府 茨木市 宇野辺2丁目5-33-207 Osaka (JP). 尾留川 正博 (HIRUKAWA, Masahiro) [JP/JP]; 〒573-0077 大阪府 枚方市 東香里新町16-25 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書  
— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正受領の際には再公開される。
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: MAGNETO-OPTICAL RECORDING MEDIUM AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 光磁気記録媒体及びその製造方法



(57) Abstract: A magneto-optical recording medium including a recording film (10) having a reproduction layer (13), an intermediate layer (14), and a recording layer (15) on an optical disc substrate. The recording film (10) is a magnetic film magnetically connected and having magnetic anisotropy in the direction vertical to the film surface. A recording magnetic domain formed on the recording layer (15) is transferred onto the reproduction layer (13). Recording information is reproduced by movement of the magnetic domain wall. The recording layer (15) has a columnar structure orientated substantially in the vertical direction. Thus, it becomes possible to perform a high-speed reproduction of a signal below the diffraction limit of the light spot for recording/reproducing the information and significantly improve the recording density and the transfer speed. Even when recorded at a high density, it is possible to form a stable recording magnetic domain.

[続葉有]



---

(57) 要約:

光ディスク基板上に少なくとも再生層(13)、中間層(14)及び記録層(15)を有する記録膜(10)を含み、記録膜(10)は磁氣的に結合しているとともに、膜面垂直方向に磁気異方性を有する磁性膜であり、記録層(15)に形成された記録磁区が再生層(13)に転写され、再生層(13)での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体であって、記録層(15)が略垂直方向に配向した柱状構造を含む。これにより、情報の記録再生のための光スポットの回折限界以下の信号が高速で再生可能となり、記録密度ならびに転送速度を大幅に向上でき、高密度に記録した場合にも、安定な記録磁区を形成可能な光磁気記録媒体を提供できる。

## 明 細 書

## 光磁気記録媒体及びその製造方法

技術分野

- 本発明は、レーザ光の照射による温度上昇を利用して情報の記録及び消去を行い、かつ磁気光学効果を利用して記録信号の読み出しを行うための光磁気記録媒体及びその製造方法に関する。

背景技術

- 従来、情報記録媒体に光ビームを照射し、その反射光を検出して情報の再生が行える光メモリとして、位相ビットによって情報を記録したROM(read only memory)型のメモリ、光ビームの照射によって記録膜に孔を開けて情報を記録するライトワンス型の光メモリ、光ビームの照射によって記録膜の結晶相を変化させて記録を行う相変化型光メモリ、光ビームの照射と磁界の印加によって記録層の磁化方向を変化させて記録を行う光磁気メモリなど、種々の光メモリが提案されている。

- これらの光メモリにおいて、信号の再生分解能はほとんど再生光の波長 $\lambda$ と対物レンズの開口数(N. A.)で決まり、検出限界のビット周期はほぼ $\lambda / (2 \cdot \text{N. A.})$ であった。しかし、再生光の波長を短くしたり、対物レンズの開口数を大きくすることは容易でないため、記録媒体や再生方法を工夫して情報の記録密度を上げる試みがなされている。特に光磁気記録媒体では情報の記録密度を上げるための様々な試みが提案されている。例えば特開平6-290496号公報には、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させ、この磁壁の移動を検出することによって前記の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて再生分解能を向上させる技術が開示されている。この技術では、再生用光ビームに差し掛かると磁壁が移動する第1の磁性層である再生層が

各情報トラック間で磁氣的に分離されていると、特に良好な再生信号が得られる。

- しかしながら、記録層に高密度に記録した微小な記録磁区を再生層に転写させ、再生層の磁壁移動等により記録情報の再生を行う上では、記録層の微小磁区が安定に保持され、磁氣的な結合により再生層に強く安定に転写させる必要があった。特に、記録膜の組成、製膜方法によっては、記録層の垂直磁気異方性が小さくなるために、微小な記録磁区を安定に形成するのが難しいという問題を有していた。また、記録層の記録磁区を再生層に転写させるためには、記録層の垂直磁気異方性を利用した安定な磁氣的結合が必要であり、記録層の磁気特性に依存して転写性が変化し、転写が不安定な場合には、転写ノイズ、および磁壁移動に伴うノイズが大きくなり、再生信号品質が低下するという問題があった。

- また、磁壁移動を安定に行うためには、情報トラック間をレーザーアニールすることにより磁氣的に分離するか、または、ランド／グループ構成を有する光ディスク基板を用いて、情報トラック間を遮断する方法等が用いられるが、レーザーアニールの条件、または、光ディスク基板のランド／グループの溝形状に依存して、記録層から再生層への転写特性が変化し、また、光ディスク基板からの溝ノイズの影響が大きいという問題があった。特に、溝深さが大きくなるか、または、溝幅が小さくなると、グループ記録の場合には、記録層と再生層との交換結合力等の磁氣的結合が低下するという問題があった。

#### 発明の開示

- 本発明は、このような従来技術の問題を解決すべくなされたものであり、情報の記録再生のための光スポットの回折限界以下の信号が高速で再生可能となり、記録密度ならびに転送速度を大幅に向上でき、高密度に記録した場合にも、安定な記録磁区を形成可能な光磁気記録媒体とそ

の製造方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、マーク長が  $0.3 \mu\text{m}$  以下の高密度に記録した場合であっても、DWD (domain wall displacement detection) 方式を用いた再生方法により優れた信号特性が得られ、また光ディスク基板のグループ記録をした場合であっても、転写性に優れ、しかも繰り返し記録再生に対しても安定な光磁気記録媒体及びその製造方法を提供することを目的とする。

前記目的を達成するため、本発明の光磁気記録媒体は、光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層及び記録層を有する記録膜を含み、前記記録膜は磁氣的に結合しているとともに、膜面垂直方向に磁気異方性を有する磁性膜であり、前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体であって、前記記録層が略垂直方向に配向した柱状構造を含むことを特徴とする。

次に本発明の光磁気記録媒体の製造方法は、光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層及び記録層を有する記録膜を含み、前記記録膜は磁氣的に結合しているとともに、膜面垂直方向に磁気異方性を有する磁性膜であり、前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体の製造方法であって、真空室内に光磁気記録媒体材料からなるターゲットと前記ターゲットに対向した位置に前記光ディスク基板を配置し、固定または自転した前記光ディスク基板上に前記記録膜を形成する組成を有するターゲットを用いて非酸化性雰囲気中でマグネトロンスパッタリングすることにより、略垂直方向に配向した柱状構造の記録膜を形成することを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は本発明の実施の形態 1 における光磁気記録媒体の断面図である。

- 図 2 A は本発明の実施の形態 1 における光磁気記録媒体の記録膜の磁化の方向を示す断面図、図 2 B は同、再生動作中の光磁気記録媒体の位置に対する媒体内部での温度分布を示す特性図、図 2 C は同、再生層の磁壁エネルギー密度を示す特性図、図 2 D は同、再生層の磁壁を移動させようとする力を示す特性図である。

図 3 は本発明の実施の形態 1 における光磁気記録媒体のマーク長に対するキャリアレベルの依存性を示す特性図である。

- 図 4 は本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体断面図である。
- 10 図 5 は本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体を示す斜視図である。

図 6 は本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体の製造装置の概略構成図である

- 図 7 A は本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体の記録層を S E M 観察した断面図（倍率：10 万倍）、図 7 B は図 7 A のイラスト説明図である。

図 8 A は本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体の再生層を S E M 観察した断面図（倍率：10 万倍）、図 8 B は図 8 A のイラスト説明図である。

- 20 図 9 は本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体のマーク長に対するジッタの依存性を示す特性図である。

- 図 10 A は本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体の  $0.1 \mu\text{m}$  のマーク長の場合の再生波形、図 10 B は同、 $0.15 \mu\text{m}$  のマーク長の場合の再生波形、図 10 C は同、 $0.2 \mu\text{m}$  のマーク長の場合の再生波形を示す図である。
- 25

図 11 は本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体のマーク長  $0.$

1  $\mu\text{m}$ 、0.15  $\mu\text{m}$  の場合の再生パワーに対するジッタの依存性を示す特性図である。

図12は本発明の実施の形態2における光磁気記録媒体の $A_r$ 圧力に対するコラム構造の幅を示す特性図である。

- 5 図13は本発明の実施の形態2における光磁気記録媒体の製膜時の堆積速度に対するコラム構造の幅を示す特性図である。

図14は本発明の実施の形態2における光磁気記録媒体のコラム構造の幅が異なる場合の、マーク長にキャリアレベルを示す特性図である。

- 10 図15は本発明の実施の形態2における光磁気記録媒体の記録層の膜厚に対するジッタの依存性を示す特性図である。

図16は本発明の実施の形態3における光磁気記録媒体の断面図である。

図17は本発明の実施の形態3における光磁気記録媒体の $H_0$ の含有量に対するコラム構造の幅の依存性を示す特性図である。

15 発明を実施するための最良の形態

本発明においては、前記記録層は、膜面略垂直方向に配向した柱状（以下「コラム形状」ともいう。）の構造を有する。前記において、「略垂直」とは、垂直 $\pm 20^\circ$ の範囲内、好ましくは垂直 $\pm 10^\circ$ の範囲内である。

- 20 本発明においては、前記記録層は、ポーラスな構造を有することが好ましい。

またこの時、前記記録層が磁性薄膜の密度が $2.0\text{ g/cm}^3$ から $5.0\text{ g/cm}^3$ である、または、前記記録層の $A_r$ 原子の含有量が0.5 mol %より大きいことが好ましい。

- 25 また、上記の場合好ましくは、前記記録層の柱状のコラム形状の構造単位の幅が2 nm以上40 nm以下であり、さらに、前記記録層の膜厚

が40 nm以上300 nm以下であることが好ましい。

また、前記記録層の記録トラック領域の隣接トラックとの境界部分では、前記記録膜の柱状構造の方向が膜面垂直方向から傾斜していてもよい。傾斜角は $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲が好ましい。

- 5      また、少なくとも前記中間層または制御層が柱状のコラム形状の構造を有し、コラム形状の構造単位の幅が2 nm以上40 nm以下、厚みが5 nm以上80 nm以下であることが好ましい。

- 前記記録層、前記中間層、前記制御層の少なくとも一つは希土類金属と遷移金属との合金薄膜により形成され、前記希土類金属は、少なくとも  
10      もTb、Gd、Dy、Hoを含有することが好ましい。

さらに、前記再生層が原子オーダーのランダムで微細な非晶質構成が好ましく、または前記再生層が2 nm以上の構造単位を有しない微細な構成が好ましい。

- また、本発明の光磁気記録媒体は、前記再生層は前記記録層に比べて  
15      磁壁抗磁力が小さいことが好ましい。さらに上記の場合、好ましくは前記再生層が多層構造であり、この時、キュリー温度または補償組成温度の異なる構成が好ましい。

- また、本発明の光磁気記録媒体は、溝部の間に形成されたランド部、または、溝間の傾斜部分により、少なくとも前記再生層または前記記録  
20      層が磁化を遮断され、かつ、前記光ディスク基板の溝部からのみ前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生されることが好ましい。

- さらに、上記の場合好ましくは、溝部の幅が、 $0.2 \mu\text{m}$ 以上 $0.8 \mu\text{m}$ 以下、溝部の深さが、 $\lambda/20 \text{ nm}$ から $\lambda/3 \text{ nm}$ の範囲にあり、溝部  
25      の間に形状が、矩形、または、逆V字型であって高さが、 $20 \text{ nm}$ から $80 \text{ nm}$ の範囲にあるランド面を形成したことが好ましい。



また、前記再生層、中間層及び記録層の各層間の結合は、交換結合及び静磁結合から選ばれる少なくとも一つの結合であることが好ましい。本発明において、各層間の結合は交換結合がもっとも好ましいが、任意の位置に静磁結合が含まれていてもよい。

- 5      本発明の光磁気記録媒体の製造方法においては、前記真空室内に圧力が、コラム状の構造を有する構成の記録層の製造時には1 Pa以上6 Pa以下の範囲にあり、さらにArガス、KrガスまたはNeガスを導入することが好ましい。

- また、さらに上記の場合好ましくは、前記記録層の製造時の堆積速度  
10    が、0.5 nm/sec以上10 nm/sec以下である。

- 本発明の光磁気記録媒体を用いると、再生時に、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記再生層側から照射し、前記媒体からの反射光を用いてトラッキング制御をかけながら、前記媒体上にレーザ光スポットの移動方向に対して、勾配を有する  
15    温度分布を形成し、温度分布の前記再生層に形成されていた磁壁を温度が高い方向へ移動させようとする磁壁に生じる力が、前記記録層から前記中間層を介して生じる結合力よりも大きくなる温度領域よりも、高い温度領域を有する温度分布を前記再生層に形成し、前記光スポットの内部に、前記記録層からの情報の転写磁区を前記再生層に形成し、前記再  
20    生層での磁壁移動によって拡大形成されて、前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出する再生ステップを含む光磁気記録媒体の再生方法を提供できる。

- 本発明の光磁気記録媒体の再生方法においては、前記再生ステップでは、前記再生層の深さ方向で段階的に転写した前記記録磁区の大きさが  
25    磁壁移動することにより拡大して前記情報を検出するのが好ましい。

また、本発明の光磁気記録媒体を使用すると、再生時に、前記光磁気

- 記録媒体からの反射光を用いたトラッキング制御手段と、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記レーザ光スポットの移動方向に対して、勾配を有する温度分布を形成する加熱手段とを備え、前記光スポットの内部に前記記録層からの情報を前記
- 5 再生層に転写形成し、前記再生層での磁壁移動によって拡大形成された転写磁区から、前記情報信号を前記光スポットからの反射光の偏向面の变化として検出する手段を含む光磁気記録媒体の再生装置を提供できる。

以下に、実施形態により本発明をさらに詳細に説明する。

(実施の形態1)

- 10 以下、本発明をその実施の形態について図面を参照にして詳細に説明する。図1は本発明の実施の形態1における光磁気記録媒体（以下、「光磁気ディスク」という。）の構造を示す断面図である。すなわち、ポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板11と、記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層12と、積層した記録膜
- 15 の情報を磁壁の移動によって検出するための再生層13と、再生層と記録層の間の交換結合を制御するための中間層（以下「中間遮断層」ともいう。）14と、情報を保持しておく記録層15により構成されている。さらに、16は記録膜の保護するための誘電体層、17はオーバーコート層である。2a、2bはグループ、3a、3bはランドである。再生
- 20 層13と、中間層14及び記録層15で記録膜10を構成している。

- 図1で示した本発明の実施の形態1における光磁気記録媒体は、再生用光ビームに差ししかかった磁壁を次々と移動させ、この磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となるDWD D (domain wall
- 25 displacement detection)方式を光磁気記録媒体に適用できる。

なお、上述した構成に積層した記録膜は磁壁の移動を利用して、再生

信号の振幅を大きくする方法であるDWDD方式の一例であり、例えば特開平6-290496号公報に記載される如く、大きな界面飽和保磁力を有する磁性層を記録層とし、小さな界面飽和保磁力を有する磁性膜を磁壁移動する再生層とし、比較的低いキュリー温度を有する磁性膜を切り換えのための中間層として用い、DWDD方式を可能にする磁性膜を用いていれば良い。従って、この膜構成に限るものではない。

上記したDWDD方式の再生原理について、図2A-Dを参照しながら説明する。図2Aは、回転しているディスクの記録膜の断面を示す図であり、光ディスク基板（図示せず）、誘電体層の上に、再生層13と、中間層14と、記録層15の3層で記録膜10が構成され、さらに誘電体層が形成され、さらに図示していないが紫外線硬化樹脂の保護コート層が形成されている。

再生層13としては、磁壁抗磁力の小さい磁性膜材料を用いており、中間層14はキュリー温度の小さい磁性膜、記録層15は小さなドメイン径でも記録磁区を保持できる磁性膜を用いている。ここで、従来の光磁気記録媒体は再生層は、ガードバンド等を形成することにより、閉じていない磁壁を含む磁区構造を形成していた。

図2Aに示すように、情報信号は、記録層15に熱磁気記録された記録磁区として形成されている。レーザ光スポットの照射されていない室温での記録膜は記録層15、中間層14、再生層13がそれぞれ強く交換結合しているため、記録層の記録磁区は、そのまま再生層に転写形成される。ここでは、記録層15と中間層14と再生層13を直接互いに交換結合した構成について示してあるが、前記各々の層の間に交換結合を調整する層、あるいはさらに非磁性の薄膜層を挿入し、静磁結合した構成であってもよい。

図2Bは、図2Aの断面図に対応した位置 $x$ と記録膜の温度 $T$ との関

係を表す。図示されているように、記録信号の再生時には、ディスクが回転し、トラックに沿ってレーザ光による再生ビームスポットが照射される。この時、記録膜は、図 2 B に示すような温度分布を示し、中間層がキュリー温度  $T_c$  以上となる温度領域  $T_s$  が存在し、再生層と記録層との交換結合が遮断される。

- また、再生ビームが照射されると、図 2 C の磁壁エネルギー密度  $\sigma$  に対する依存性に示すように、図 2 A の位置に対応するディスク回転方向の  $x$  方向に磁壁エネルギー密度  $\sigma$  の勾配が存在するために、図 2 D に示すように、位置  $x$  での各層の磁壁に対して磁壁を駆動させる力  $F$  が作用する。

- この記録膜に作用する力  $F$  は、図 2 D に示すように磁壁エネルギー密度  $\sigma$  の低い方に磁壁を移動させるように作用する。再生層は、磁壁抗磁力が小さく磁壁の移動度が大きいので、閉じていない磁壁を有する場合の再生層単独では、この力  $F$  によって容易に磁壁が移動する。従って、再生層の磁壁は、矢印で示したように、より温度が高く磁壁エネルギー密度の小さい領域へと瞬時に移動する。そして、再生ビームスポット内を磁壁が通過すると、スポット内での再生層の磁化は光スポットの広い領域で同じ方向に揃う。この結果、記録磁区の大きさに依らず、再生信号振幅は、常に一定の最大振幅になる。
- しかしながら、従来の DWDD 方式では、閉じていない磁壁を含む磁区構造を形成し、トラック間の交換結合を遮断した再生層の磁壁を移動させるために、微小な磁区であっても安定に記録する必要があり、記録磁区形状と再生層への転写によって、再生信号が変動するという課題を有していた。
- 次に、本発明の実施の形態 1 における光磁気ディスク 1 の構成と作製方法について詳細に説明する。図 1 に示すように、光ディスク基板 1 1

に、上述した磁性膜を含む多層に積層した記録膜を製膜して形成されている。光ディスク基板 11 は、グループ 2 a, 2 b の両側にはランド部 3 a, 3 b が形成されており、矩形型溝のグループ部の深さ h は、ランド部の上面から 50 nm である。また、本実施形態の光磁気ディスク 15 のトラックピッチは 0.8  $\mu$ m であり、グループ幅は 0.6  $\mu$ m である。

図 1 に示すように、グループが形成されたポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板 11 上に、まず、マグネトロンスパッタリング装置に、ZiS・SiO<sub>2</sub> ターゲットを設置し、光ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、 $6 \times 10^{-6}$  Pa 以下の高真空になるまでチャンパー内をクライオポンプで真空排気した。真空排気をしたまま Ar ガスを 0.5 Pa となるまでチャンパー内に導入し、基板を回転させながら、誘電体層として ZiS・SiO<sub>2</sub> を高周波スパッタリングにより、厚み 80 nm に製膜した。

引き続き誘電体層 12 上には、同様に真空排気をしたまま、Ar ガスを 0.5 Pa となるまでチャンパー内に導入し、基板を回転させながら、Gd、Fe、Co、Al それぞれのターゲットを用いて、DC マグネトロンスパッタリング法により GdFeCoAl からなる再生層 13 を、厚み 30 nm に形成した。次に、Ar ガスを 1.8 Pa となるまでチャンパー内に導入し、Tb、Dy、Ho、Fe、Co、Al それぞれのターゲットを用いて、TbDyFeCoAl の中間遮断層 14 を 15 nm 形成し、さらに同じターゲット構成で Ar ガスを 2.0 Pa となるまでチャンパー内に導入し、TbHoFeCo の記録層 15 を厚み 60 nm に DC マグネトロンスパッタリング法により順次膜形成した。ここで、各層の膜組成は、それぞれのターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。

さらに、0.6 Pa となるまでチャンパー内に Ar ガスを導入し、基

板を回転させながら、 $ZrSiO_2$ からなる第2の誘電体層16を厚み100nmに高周波スパッタリング法により膜形成した。

そして、さらに誘電体層16の上には、エポキシアクリレート系樹脂からなるオーバーコート層17を滴下させた後、スピンコートにより、  
5 6μmの膜厚（硬化後の厚み）に塗布し、紫外線ランプを照射して硬化させることにより形成した。

GdFeCoAlの再生層13は補償組成温度が150℃でキュリー温度が270℃であり、TbDyFeCoAlの中間遮断層14はキュリー温度が150℃で、キュリー温度以下では常に希土類金属組成が優  
10 勢である。また、TbHoFeCoの記録層15は補償組成温度が80℃であり、キュリー温度は290℃になるように、各ターゲットの投入パワーを設定して組成を調整して製膜した。

製膜時の製膜速度、光ディスク基板の回転数を制御することにより、GdFeCoAlの再生層13は微細な0.8nm以下の構造単位の非  
15 晶質的な膜構造に、中間遮断層14、記録層15は、10nm、15nmの構造単位の幅を有するコラム状の構造の磁性薄膜を、それぞれ形成できた。具体的には、GdFeCoAlの再生層13は、100rpmで自公転しながら回転し、15nm/secの製膜レートで、TbDyFeCoAlの中間遮断層14は40rpmで自公転の回転をしながら、  
20 5nm/secの製膜レートで、TbHoFeCoの記録層15は、40rpmで自公転の回転をしながら、8nm/secの製膜レートで、それぞれ製膜することにより、上記膜構造が得られた。このように、少なくとも記録層をコラム状の構成にすることにより、繰り返し書き換えした場合にも安定した信号の高密度記録再生が可能となった。

25 上記構成の光磁気ディスク1の光ディスク基板11は、矩形のランドとグループを有する形状であるが、情報の記録されるグループ間のラン

ド部により磁性的遮断され、深いランドの形成、または、記録トラック間をアニール処理する方法であっても、同様に再生層に転写された記録磁区が容易に磁壁移動する構成であれば、前述したDWDD方式による再生が可能である。

- 5      また、本実施形態では、トラックピッチが $1.0\mu\text{m}$ 以下で、情報の記録されるグループの間に $0.2\mu\text{m}$ から $0.8\mu\text{m}$ の範囲の幅を有する構成にランド部を形成し、記録情報の最短のマーク長が $0.3\mu\text{m}$ 以下の記録マークを記録する構成であれば、より効果が大きい。

- 10      なお、本実施形態の光磁気記録媒体の記録層は、上記した構成に限定されるものではなく、 $2\text{nm}$ 以上 $40\text{nm}$ 以下、より好ましくは、 $5\text{nm}$ から $20\text{nm}$ の幅の構造単位のコラム形状を有する記録層を形成した構成であって、記録層の膜厚を $40\text{nm}$ 以上、より好ましくは $60\text{nm}$ から $200\text{nm}$ に形成した構成であれば、同等の再生特性が得られる。

- 15      図3に本実施形態の光磁気記録媒体の、マーク長に対するキャリアレベルの依存性を示す。図3に示すように本実施形態では、記録層の膜構造が、コラム状の形状を有し、微小磁区の安定性に優れているため、 $0.1\mu\text{m}$ のマーク長の記録磁区であっても、再生層13に安定して転写し、磁壁移動が可能であるため、信号振幅が拡大している。

- 20      本実施形態では、ランド部によりグループ間での記録膜の磁化が分離することにより、再生層は閉じていない磁壁を含むグループに情報を記録する構成となっているが、逆にランド部に記録する構成、または、ランド／グループの両方に記録する構成であっても同等の特性が得られる。以上のように、本実施形態の構成により、DWDD方式により、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

- 25      さらに、本実施形態のグループに記録する場合には、グループの幅と深さによりDWDD方式での記録再生特性に影響するが、本発明のラン

ド部の高さとの関係は、トラックピッチが $0.4\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下、溝幅が $0.2\mu\text{m}$ 以上 $0.8\mu\text{m}$ 以下、溝深さが $20\text{nm}$ 以上 $200\text{nm}$ 以下の範囲にある光磁気記録媒体であれば同等の効果が得られる。

- また、情報を記録するグループ部の間のランド部の高さが $\lambda/20\text{nm}$ ～ $\lambda/3\text{nm}$ と小さい場合には、光ディスク基板の成形が容易であり、溝からのノイズも低減可能となる。

- 以上のように、本発明においては、記録情報の書き換え可能なコラム状の構成を有する記録膜を用いた構成により、 $0.3\mu\text{m}$ 以下の微小磁区を安定して形成することにより磁壁の移動度を確保でき、DWDD方式による転写磁区の移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。さらに、記録再生トラックでの情報の記録再生が安定に行われるため、記録再生時に隣接トラックからのクロスライト及びクロストークも防止できる。

(実施の形態2)

- 次に、本発明の実施の形態2を図面に基づいて具体的に説明する。図4は本発明の実施の形態2における光磁気ディスク21の構造を示す断面図である。図4中、31はポリカーボネートからなる光ディスク基板であり、幅方向に並設されたトラックは溝形状に形成されており、その境界には逆V字型のランド部23a、23bにより情報を記録するトラック間毎に分離されている。22a、22bグループである。

- また図5は、本発明のフォーマット方式における構成の一例を示す断面斜視図である。本実施形態では、図5に示すようなフォーマット方式であり、書き換え可能なグループ部の領域82と、サーボ用のウォブルビット74、75とアドレスビット76の形成されたビット領域81とがトラック上に交互に並設されている。従って、このフォーマット構成により、サンプルサーボ方式等でトラッキングサーボをかけながら、ア



ドレスを検出し、書き換え可能な領域に情報を記録再生可能な構成である。図5において、71は基板、72はグループ、73はランド、77は第1誘電体層、78は記録膜、79は第2誘電体層、80はアニール領域である。

5       またこの時、レーザ光波長を $\lambda$ とすると、 $\lambda/20n$ から $\lambda/3n$ の範囲、または20nmから180nmの範囲にあるプリピット及びグループ部の深さを有する構成により、アドレスピット等のプリピットが検出可能であり、しかも、グループ記録によりトラック間での磁気的な遮断によるDWD方式による記録再生を実現できる。

10       図4に示すように本実施形態の光磁気ディスク21は、ポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板31、記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層32、積層した記録膜は、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層33、ゴーストを低減するための制御層34、再生層と記録保持層の間の交換結合を制御するための中間層  
15       （中間遮断層）35、情報を保持しておく記録層36の4層で構成されており、記録膜の保護のための第2の誘電体層37、さらにその上にオーバーコート層38が形成されている。

実施の形態2の光磁気記録媒体では、この構成により、実施の形態1同様、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させ、この磁壁  
20       の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となる光磁気記録媒体に適用できる。

本実施の形態における光磁気ディスク21の光ディスク基板31上は、情報を記録するグループ22の境界にはランド部23が形成されており、  
25       グループ部22の深さ $h$ は、ランド部23の上面から40nmを有し、ランド部によりグループ部22は互いに隣接トラックから磁性的に独立

している。また、本実施形態の光磁気ディスク 21 のトラックピッチは  $0.6 \mu\text{m}$  であり、グループ幅は  $0.45 \mu\text{m}$  である。

図 4 に示すような構成の光磁気ディスク 21 は、図 6 の光磁気記録媒体の製膜装置の断面構成図に示すように、真空室 100 内の記録膜用の合金ターゲット 105 に対向した位置に配置した基板ホルダー 106 に保持した光ディスク基板 31 上に、基板ホルダーを回転させながら薄膜を形成することにより作製する。製膜が完了すると、基板ホルダーと共に、真空搬送機構 112 により、別の真空室に移動して、さらに材料、または組成の異なる記録膜が形成される。また、ターゲットの裏面にはマグネットが配置されたカソード 103 により構成されており、カソードは直流電源 109 により電力を供給され、マグネトロンスパッタリング法により、記録膜、及び、誘電体膜が形成される。

まず、図 4 に示すように、グループが形成されたポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板 31 上に、直流マグネトロンスパッタリング装置に、B ドープした Si ターゲットを設置し、光ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、 $8 \times 10^{-6} \text{Pa}$  以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。真空排気をしたまま Ar ガスと  $\text{N}_2$  ガスを  $0.3 \text{Pa}$  となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、誘電体層 32 として SiN が  $40 \text{nm}$ 、反応性スパッタリング法により膜形成される。

引き続き誘電体層 32 上に、GdFeCoCr からなる再生層 33 は、同様に真空排気をしたまま、Ar ガスを  $0.6 \text{Pa}$  となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、 $\text{Gd}_{25}\text{Fe}_{60}\text{Co}_{11}\text{Cr}_4$ 、 $\text{Gd}_{24}\text{Fe}_{58}\text{Co}_{10}\text{Cr}_8$ 、 $\text{Gd}_{23}\text{Fe}_{55}\text{Co}_9\text{Cr}_{13}$ （組成は  $\text{mol}\%$ ）の組成からなる合金ターゲットも用いて、順次  $10 \text{nm}$  ずつ膜形成する。

次に、 $TbFeCoCr$ の制御層34が10nm、 $TbDyFeCr$ の中間遮断層35が15nm、 $TbFeCoCr$ の記録層36が100nmが順次DCマグネトロンスパッタリング法により膜形成される。さらに、0.3Paとなるまでチャンバー内にArガスと $N_2$ ガスを導入し、基板を回転させながら、SiNからなる第2の誘電体層37を70nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。そして、さらに第2の誘電体層37の上には、エポキシアクリレート系樹脂からなるオーバーコート層38がスピコートにより塗布され、紫外線を照射して硬化させることにより形成する。

- 10 本実施形態の再生層33は、組成の異なる磁性膜3層で構成されている。再生層は、 $GdFeCoCr$ の再生層33は補償組成温度が160℃でキュリー温度が230℃の層、補償組成温度が140℃でキュリー温度が200℃の層、補償組成温度が120℃でキュリー温度が170℃の層の3つの組成を含む再生層により構成されている。また、 $TbFeCoCr$ の制御層34はキュリー温度が160℃で、キュリー温度
- 15 以下では常に遷移金属組成が優勢である。 $TbDyFeCr$ の中間遮断層35はキュリー温度が145℃で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢である。また、 $TbFeCoCr$ の記録層36は補償組成温度が100℃であり、キュリー温度は260℃になるように組成を
- 20 調整した。

製膜時のArガス圧力、製膜速度、基板ホルダーに保持した光ディスク基板の回転数を制御することにより、磁性薄膜の構造を変化させることが可能である。具体的には、 $GdFeCoCr$ からなる3層構造の再生層33は、基板回転数300rpm、製膜Ar圧力0.6Pa、15

25 nm/secの製膜速度で堆積層させることにより、微細な1.0nm以下でコラム状の構造単位を有しない、非晶質的な膜構造に形成でき

る。また、膜厚10nmのTbFeCoCrの制御層34、膜厚15nmのTbDyFeCrの中間遮断層は、何れも基板回転数100rpm、製膜時のArガス圧力3.0Pa、製膜速度5nm/secにすることにより、10nmの構造単位の幅を有する柱状のコラム構造の磁性薄膜  
5 に形成できる。さらに、TbFeCoCrの記録層は基板回転数80rpm、製膜時のArガス圧4.5Pa、製膜速度10nm/secにより、20nmの構造単位の幅を有する柱状のコラム構造の100nmの膜厚の磁性薄膜に形成できる。

記録層と再生層の断面を高分解能でSEM観察した断面図を、図7A  
10 に示す。この時SEM観察したサンプルは、トラックピッチ0.8μm、グループ幅0.45μmのポリカーボネートの光ディスク基板上に100nmの膜厚の磁性薄膜を形成した構成である。

図7AのSEM(scanning electron microscope)10万倍の断面図に示すように、図7AのTbFeCoの記録層36は、磁性薄膜が膜面垂直方向に柱状のコラム形状である構造であることが観察できる。図7Bは図7Aのイラスト説明図である。36は記録層である。

これに対して図8AのSEM(scanning electron microscope)による10万倍の断面図に示すように、GdFeCoCrの再生層は、構造単位がほとんど観察できないくらい微細な構造の非晶質な薄膜として形成  
20 されていることが分かる。図8Bは図8Aのイラスト説明図である。33は再生層である。

さらに、隣接するグループ間の傾斜部分では、TbFeCoの記録層の柱状の構造単位は、膜面垂直方向からは傾いた方向の構造単位を示しており、この傾斜した構造単位により、情報トラックのグループ間は、  
25 磁的に遮断されている。この結果、本実施形態のように、グループ部をDWDD方式による記録再生時の書き換え領域に用いることにより、

隣接するグループ間では少なくとも記録膜の一部は磁氣的に遮断されており、記録層 36 から再生層 33 に転写した磁区は安定して磁壁移動を行うことにより、マーク長の小さい場合にも、信号振幅の拡大した信号の再生が可能となる。

- 5       なお、図 7 A 及び図 7 B の本実施形態の光磁気記録媒体の断面図に示すようなコラム構造を有するが、記録層は 2 nm から 40 nm の幅の構造単位を有する記録層を形成した構成であって、記録層の膜厚を 40 nm 以上、より好ましくは、60 nm から 200 nm に形成した構成であれば、コラム構造を形成することが容易となり、同等の高密度での記録
- 10     再生特性が得られる。また、記録層を柱状のコラム構造に構成することにより、繰り返し書き換えた場合にも安定した信号の記録再生が可能となる。ここで、記録層 36 は T b F e C o C r を用いた例を示したが、耐食性向上のため、C r のほかに T i , P t , A l 等を 10 mol % 以下添加してもよい。
- 15     また、上記構成の光磁気記録媒体 21 は、ランドとグループを有する形状であり、情報の記録されるグループ間の傾斜部により磁性的遮断された構成であるが、深いランドの形成、または、記録トラック間をアニール処理する方法であっても、同様に再生層に転写された記録磁区の磁壁移動が容易であり、前記した D W D D 方式による再生が可能である。
- 20     また、本実施形態では、トラックピッチが 1.0  $\mu$ m 以下で、溝幅が 0.2  $\mu$ m から 0.8  $\mu$ m の範囲を有する構成にランド部を形成し、最短のマーク長を 0.3  $\mu$ m 以下の情報信号を記録する構成であれば、より効果が大きい。

- 図 9 に本実施形態の光磁気記録媒体を記録再生信号の場合の、再生信
- 25     号のジッタのマーク長に対する依存性を示す。図 9 に示すように、本実施形態では、マーク長が小さい場合にも安定して記録磁区が形成されて

おり、 $0.1\ \mu\text{m}$ のマーク長の記録磁区であっても、再生層33に転写して磁壁移動して再生できるため、信号振幅が拡大再生により13%以下のジッタが得られる。

さらに、図10Aに $0.1\ \mu\text{m}$ のマーク長の再生波形、図10Bに $0.15\ \mu\text{m}$ のマーク長の再生波形、図10Cに $0.2\ \mu\text{m}$ のマーク長の再生波形に示すように、再生信号の振幅量はマーク長 $0.1\ \mu\text{m}$ でほぼ飽和しており、記録層からの安定した転写と、再生層の磁壁移動によりDWDD動作により、再生信号特性に優れた光磁気記録媒体を実現できることが分かる。

また、図11にマーク長 $0.1\ \mu\text{m}$ 、 $0.15\ \mu\text{m}$ の場合のジッタの、再生パワーに対する依存性を示す。ここで、信号の記録は光パルス磁界変調記録であり、線速は $2.4\ \text{m/s}$ である。この場合には、図11に示すように、再生パワー $3.5\ \text{mW}$ でジッタは最小となり、再生パワーが $\pm 20\%$ の範囲で変化した場合であっても、再生ジッタがほとんど変化なく、十分な再生信号特性が得られていることが分かる。

次に以下の検討は、本実施形態同様、トラックピッチは $0.6\ \mu\text{m}$ 、グループ幅 $0.45\ \mu\text{m}$ の、グループに対するランドの高さは $40\ \text{nm}$ 、グループの面粗さは $1.5\ \text{nm}$ 以下の光ディスク基板を用いて検討した。

まず図12に、製膜時のAr圧力に対する、コラム形状の幅の依存性を示す。図12に示すように、Ar圧力を大きくすることにより、コラム形状の幅は大きくなる傾向があり、 $1.8\ \text{Pa}$ 以上のAr圧力であれば、 $5\ \text{nm}$ 以上の構造単位の幅を有するコラム構造が形成することが可能である。また、Kr、Ne、Xeを用いた場合も、 $1\ \text{Pa}$ 以上の圧力で同等の効果が得られる。また、 $6\ \text{Pa}$ までの圧力設定により、コラム形状の幅は徐々に大きくなり、 $5.8\ \text{Pa}$ では、 $40\ \text{nm}$ のコラム形状の幅を実現できる。

製膜時のAr流量と真空排気速度を考慮すれば、さらに好ましくは、  
2.5 Pa以上、4.5 Pa以下とすれば同等の効果がある。また、この時、真空ポンプの能力の範囲でできるだけAr流量も大きい方が良く、少なくとも20 sccm以上は導入する方が好ましい。

- 5 この時、記録膜の密度は低下し、Ar圧力3.0 Paで製膜した場合には、0.5 Paの場合の半分になる。この時、記録膜の構造単位の間にはAr原子が取り込まれており、コラム状の構造形成を容易にできる。

図13に、製膜時の磁性膜の堆積製膜速度に対する、コラム形状の幅の依存性の特性図を示す。図13に示すように、堆積製膜速度が20 nm/sec以上と大きい場合には、記録膜の構造は微細な非晶質的なり、柱状のコラム構造とはならないが、堆積製膜速度を小さくすることにより、コラム形状の幅は大きくなる。そして、15 nm/sec以下の製膜速度であれば、柱状のコラム形状を形成できる。

- 15 しかしながら、製膜速度が1 nm/sec未満になると、製膜時の時間が長くなり、記録膜の磁気特性が希土類金属が減少する方向に劣化し、グループからの再生信号量が急激に低下するため、2 nm/sec以上15 nm/sec以下の製膜速度、さらにより好ましくは、4 nm/sec以上10 nm/sec以下の製膜速度により、コラム形状の構造を形成することが可能である。ここで、磁性膜製造の堆積製膜速度は、投入パワーの調整、膜厚・膜分布補正板等の配置により設定できる。

さらに、図14に、記録層のコラム形状の幅を変化させた場合の、マーク長に対する依存性より、最短マーク長の限界を示す。ここで、トラックピッチは0.6 μm、グループ幅0.45 μm、グループに対するランドの高さは40 nmの光ディスク基板を用いて、コラム形状の構造  
25 単位の幅を1 nm、5 nm、10 nm、18 nmの場合の特性図である。また、この時の記録信号の評価は、記録層に、それぞれのマーク長

の孤立波を記録して、再生時のシグナルレベルの変化として測定を行った。

図 1 4 に示すように、孤立波であるために、マーク長が小さくなると信号量は減少するが、光学限界以下での記録磁区を検出することができ、

- 5 記録層のコラム形状の幅を 5 nm 以上とすることにより、0.1  $\mu$ m 以下のマーク長まで、安定して記録磁区を形成できることが分かる。また、記録層のコラム形状の幅を 2 nm とした場合でも、0.1  $\mu$ m のマーク長の記録まで確認できた。

- 記録層の限界の最短マーク長は、垂直磁気異方性に依存するが、本実施形態のように、コラム状の構造を形成し、磁化と保磁力の積 ( $M_s \cdot H_c$  積) によるエネルギーを  $1.2 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$  以上、垂直磁気異方性定数  $K_u$  を  $5 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3$  以上、より好ましくは、 $K_u$  を  $1 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$  以上にするにより、0.1  $\mu$ m 以下のマーク長まで記録再生が可能となる。

- 15 また、上記のコラム形状では、ポーラスな膜構造を有しており、5 nm 以上のコラム状の構造単位の幅を有した構成であれば、記録膜中に、Ar 原子を、0.8 mol% 以上含有した構成となっており、記録膜中の Ar 原子の含有量が、0.5 mol% 以上 4.0 mol% 以下の構成であれば同等の効果が得られる。この時、Ar の含有量は、EPMA  
20 (電子プローブ X 線マイクロアナライズ)、または RBS (ラザフォード・バックスキャタリング法) 等により検出できる。

上記のコラム形状のポーラスな膜構造では、記録層の緻密さも、再生層に比較して小さくなっており、再生層のように緻密な膜構成であれば、 $7 \text{ g/cm}^3$  以上であるのに対し、特に 5 nm 以上 40 nm 以下の構造  
25 単位を有するコラム構造であれば、室温では  $2.0 \text{ g/cm}^3$  から  $5.0 \text{ g/cm}^3$  の密度を有する薄膜として形成されている。



従って、DWDD方式による光磁気記録媒体の信号特性を向上させるためには、記録層のコラム形状の幅を2 nm以上40 nm以下、さらに好ましくは、5 nm以上20 nm以下であれば、0.1  $\mu$ m以下の短いマークを記録した場合にも十分に安定な膜面垂直磁気異方性が得られ、

5 同等の高密度記録再生が可能となることが分かる。

図15に、記録層の膜厚に対する0.1  $\mu$ m、0.15  $\mu$ mでの再生信号のジッタの特性図を示す。図15に示すように、信号再生時のジッタは、120 nmから180 nm範囲で最小となることが分かる。膜厚の最適値は、記録層の膜組成、磁気特性によって異なるが、コラム形状  
10 の構造を有する記録層では、比較的膜厚を大きくすることにより、コラム状の構造が形成され易く、40 nm以上300 nm以下の記録層の膜厚、さらに好ましくは、80 nm以上200 nm以下の膜厚にすることにより、柱状のコラム構造を有し、短いマークまで安定して記録磁区を形成し、再生層に転写できることが分かる。この結果、0.1  $\mu$ m以下  
15 のマーク長まで、安定して記録磁区を形成できることが分かる。

以上のように、本発明においては、DWDDを用いた再生が可能な磁性膜を有し、記録情報の書き換え可能なトラック領域と隣接トラックとの境界部分を磁気的に遮断し、記録層がコラム状の構造を備えた構成、より具体的には、記録層のコラム形状の幅を2 nm以上40 nm以下、  
20 さらに好ましくは、5 nm以上20 nm以下の構成を備えることにより、磁壁の移動度を確保でき、マーク長0.2  $\mu$ m以下の場合にもDWDD方式により転写磁区の移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。

以上のように、本実施形態の構成により、DWDD方式により、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

(実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3を図面に基づいて具体的に説明する。図16は本発明の実施の形態3における光磁気ディスク41の構造を示す断面図である。図16中、51はエチレンーテトラシクロドデセン共重合体（一般的名称として環状オレフィンコポリマーまたはアモルファスポリオレフィン（以下「ポリオレフィン」という。））からなる光ディスク基板であり、幅方向に並設されたトラックは溝形状42に形成されており、その境界には逆V字型のランド部43により情報を記録するトラック間毎に分離されている。

本実施形態の光磁気ディスク41は本発明の実施の形態1と同様に、ポリオレフィンからなる透明な光ディスク基板51、記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層52、積層した記録膜は、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層53、ゴースト信号を低減するための制御層54、再生層と記録保持層の間の交換結合を制御するための中間層（中間遮断層）55、情報を保持しておく記録層56の膜構成に形成されており、記録膜の保護のための第2の誘電体層57、オーバーコート層58がその上に順次形成されている。

図16に示した本発明の実施の形態3の光磁気記録媒体は、実施の形態1の光磁気記録媒体と同様に、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させこの磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となる光磁気記録媒体に適用できる。

本実施の形態の光磁気ディスク41は、このような光ディスク基板51上に磁性層を含む多層積層膜を製膜して形成されている。グループ42a、42bの間にはランド部43a、43bが形成されており、グループ部42a、42bの深さhは、ランド部43a、43bの上面から60nmであり、逆V字型のランド形状を有する。このランド部により

グループ部 4 2 a, 4 2 b は互いに磁氣的に独立している。また、本実施形態の光磁気ディスク 4 1 のトラックピッチは 0. 5  $\mu$ m であり、グループ幅は 0. 4  $\mu$ m である。

図 1 6 に示すような構成の光磁気記録媒体 4 1 は、実施の形態 2 同様の製造装置により、ターゲットに対向した位置に静止して配置した光ディスク基板 5 1 上に薄膜を形成することにより作製する。

まず、光ディスク基板 5 1 上には、SiN の誘電体層 5 2 が 8 0 nm 反応性スパッタリング法により膜形成される。さらにその上に磁性膜は合金ターゲットを用いた DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。まず、GdFeCoCr からなる再生層 5 3 は、Gd<sub>26</sub>Fe<sub>59</sub>Co<sub>11</sub>Cr<sub>4</sub>、Gd<sub>25</sub>Fe<sub>57</sub>Co<sub>10</sub>Cr<sub>8</sub>、Gd<sub>24</sub>Fe<sub>54</sub>Co<sub>9</sub>Cr<sub>13</sub>、Gd<sub>23</sub>Fe<sub>51</sub>Co<sub>8</sub>Cr<sub>18</sub> (組成は mol %) の組成からなる 4 種類の合金ターゲットも用いて、順次 1 0 nm ずつ膜形成する。次に、TbHoFeCo の制御層 5 4 は 5 nm、さらに TbHoFeAl の中間遮断層 5 5 が 1 0 nm、TbHoFeCo の記録層 5 6 が 1 2 0 nm の厚みで順次合金ターゲットを用いて DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。さらに、SiN からなる第 2 の誘電体層 5 7 が 8 0 nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。そして、さらに誘電体層 5 7 の上には、ウレタン系樹脂からなるオーバーコート層 5 8 がスピンコートにより塗布され、紫外線を照射して硬化させることにより形成する。

ここで、GdFeCoCr の再生層 5 3 は補償組成温度が 1 9 0 °C でキュリー温度が 2 7 0 °C の層、補償組成温度が 1 5 5 °C でキュリー温度が 2 2 0 °C の層、補償組成温度が 1 1 0 °C でキュリー温度が 1 7 0 °C の層、補償組成温度が 8 0 °C でキュリー温度が 1 3 0 °C の 4 つの組成の再生層により構成されている。この時、製膜時の Ar 圧力は、0. 8 P

a、製膜速度は $13\text{ nm/sec}$ である。

また、 $\text{TbHoFeCo}$ の制御層54は、 $\text{Tb}$ に対して $\text{Ho}$ を $20\text{ mol}\%$ 含有し、キュリー温度が $160^\circ\text{C}$ で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢であり、 $\text{Ar}$ ガス圧力 $2\text{ Pa}$ 、製膜速度 $4\text{ nm/sec}$ で製膜することにより、コラム形状の幅は $8\text{ nm}$ の構造を有する磁性膜を形成できる。 $\text{TbHoFeAl}$ の中間遮断層55も、 $\text{Tb}$ に対して $\text{Ho}$ を $20\text{ mol}\%$ 含有し、キュリー温度が $145^\circ\text{C}$ で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢である。また、製膜時の $\text{Ar}$ ガス圧力は $2\text{ Pa}$ 、製膜速度 $5\text{ nm/sec}$ で製膜することにより、コラム形状の幅は $6\text{ nm}$ の構造を有する磁性膜を形成できる。

さらに、 $\text{TbHoFeCo}$ の記録層56は、 $\text{Tb}$ に対して $\text{Ho}$ を $30\text{ mol}\%$ 含有し、補償組成温度が $30^\circ\text{C}$ であり、キュリー温度は $310^\circ\text{C}$ になるように組成を調整した磁性膜である。この時、製膜時の $\text{Ar}$ 圧力は、 $3.5\text{ Pa}$ 、製膜速度は $6\text{ nm/sec}$ であり、コラム形状の幅は $12\text{ nm}$ の構造を有する磁性膜を形成できる。

ここで、図16に示すように、光ディスク基板51に、上述した磁性層を含む多層積層膜を製膜して形成されており、光ディスク基板51は、グループ42の境界にはランド部43が逆V字型形状に形成されており、グループ部42の深さ $h$ は、ランド部43の上面から $60\text{ nm}$ を有する。このランド部43によりグループ部42は互いに磁気的に独立している。また、本実施形態の光磁気ディスク41のトラックピッチは $0.5\text{ }\mu\text{m}$ であり、グループ幅は $0.4\text{ }\mu\text{m}$ である。

上記構成の光ディスク基板は基板材料にポリオレフィンを用いた構成では、トラックピッチ、およびランド幅の小さい場合にも、射出成形法によるグループ42とランド43の形成が可能である。そして、ポリオレフィンからなる光ディスク基板は転写性に優れているため、グループ

に対するランド面の高さが  $80\text{ nm}$  以下であれば、より狭い幅のランド部 4 3 の遮断領域とグループ 4 2 を形成することが可能であり、基板成形のためのタクトタイムも短縮することが可能である。

- さらに、光磁気記録媒体のランド部の傾斜角を大きくする、または傾斜部の面粗さを変化させることも、ポリオレフィンからなる光ディスク基板の優れた転写性を利用して成形できるものであり、記録再生領域であるグループ部 4 2 の隣接するトラック間の境界での結合を確実に切断することができる。

- また、本実施形態の光磁気記録媒体 4 1 は、静止対向型のスパッタリング方式を用いており、光ディスク基板等を回転させながら製膜した場合に比べて、スパッタリング粒子の方向が変化せずに製膜できるため、ターゲット組成の分布に応じて記録膜組成の均一性が得られ、垂直方向に磁性膜を堆積成長させるため、柱状の膜構造を形成する場合、よりその効果が大きい。

- 図 1 7 に、記録層の希土類金属中の  $\text{Ho}$  量に対するコラム形状の幅の依存性を示す。ここで、トラックピッチは  $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、グループ幅  $0.4\text{ }\mu\text{m}$  のポリオレフィンの光ディスク基板を用いた場合の特性図である。図 1 7 に示すように、 $\text{Ho}$  の添加量を増やしていくとコラム形状の幅は大きくなる傾向がある。そして、 $\text{Tb}$  量に対して  $5\text{ mol}\%$  の添加により、形成されるコラム形状が確認でき、 $10\text{ mol}\%$  から  $40\text{ mol}\%$  の添加量の範囲では、コラム形状の幅を変化させることができる。ここで、製膜時の  $\text{Ar}$  圧力は、 $3.5\text{ Pa}$  であり、製膜速度は、 $6\text{ nm/s}$ 、膜厚は  $100\text{ nm}$  に設定している。

- 以上のように、本実施形態の光磁気記録媒体によれば、DWDD を用いた再生が可能な磁性膜を有し、静止対向したターゲット構成により製造時のタクトタイムも短縮でき、しかもコラム状の構造を形成した記録

膜により、高密度記録時の信号特性にも優れた光磁気記録媒体を実現できる。さらにランド部、またはレーザアニール等により、磁氣的に遮断された領域を有する構成であるため、情報信号書き換えによるオーバーライト時に、オーバーライトパワーマージンも拡大することができるものである。

以上のように、本実施の形態の光磁気記録媒体は、少なくとも記録層に柱状のコラム形状の膜構造を有する構成、より具体的には、2 nm以上40 nm以下、より好ましくは、5 nmから20 nmの幅の構造単位のコラム形状を有する記録層を形成した構成であって、記録層の膜厚を50 nm以上、より好ましくは、60 nmから200 nmに形成した構成であれば、記録磁区の安定性に優れ、マーク長が短い場合にも優れた再生信号特性が得られる。

次に、本発明の実施形態における光磁気記録媒体の記録再生方法および記録再生装置について説明する。本発明の実施形態における光磁気記録媒体の記録再生方法および記録再生装置としては、上記のように説明してきた本実施形態の光磁気記録媒体を通常より高い再生パワーで記録再生可能な構成の光磁気記録再生装置を用いて、前記光磁気記録媒体の前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報の再生信号の検出を行う再生方法である。

このような光磁気記録媒体の記録再生方法では、レーザ光により情報の記録、再生、消去を行う構成であって、再生時に、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記再生層側から照射し、前記光磁気記録媒体からの反射光を用いてトラッキング制御をかけながら、前記光磁気記録媒体上にレーザ光スポットの移動方向に対して勾配を有する温度分布を形成し、その時の温度分布により前記

再生層に形成されていた磁壁を温度が高い方向へ移動させようとする磁壁に生じる力が、前記記録層から前記中間層を介して再生層に生じる結合力よりも大きくなる温度領域よりも、高い温度領域を有する温度分布を前記再生層に形成することにより、前記光スポットの内部に、記録層からの情報の転写磁区を再生層に形成し、再生層での磁壁移動によって拡大形成された情報を前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出する光磁気記録媒体の再生方法である。

または、本発明の上記実施形態で説明したように、前記再生層の深さ方向で段階的に転写した前記記録磁区の大きさが磁壁移動することにより拡大して前記情報を検出する、光磁気記録媒体の再生方法である。さらに、前記光磁気記録媒体の前記中間層を介して生じる結合力が、磁氣的結合力、交換結合力、静磁結合力の何れかである構成により、前記記録層と前記再生層との磁氣的結合力による信号の転写可能な温度範囲からのみ転写し、転写した磁区を拡大して信号を検出する光磁気記録媒体の再生方法である。

以上のように、本発明においては、上記のDWDDを用いた再生が可能な磁性膜を有し、記録情報の書き換え可能なトラック領域と隣接トラックとの境界部分の領域が磁氣的に遮断された構成を備えることにより、前記光磁気記録媒体の磁壁の移動度を確保でき、また、記録層のコラム状の構造単位が、再生層のそれより大きい構成により、記録層の記録磁区を安定化でき、再生層への転写磁区の信号再生時の磁壁の移動度を確保でき、再生信号を安定して検出することが可能な光磁気記録媒体の記録再生方法を実現できる。

なお、上述の各実施形態における光磁気記録媒体では、ポリカーボネートまたはポリオレフィンを用いた光ディスク基板を用いた構成について述べてきたが、ガラス基板に直接加工するかまたはフォトリソグラフィによる

って案内溝またはプリピットを形成した構成、エポキシ系樹脂、または、その他のプラスチック材料を用いた光ディスク基板であっても良い。

- また、本実施形態における光ディスク基板では、光スポットのトラッキングガイドのためのスパイラル状または環状の案内溝、またはプリピットを備えた構成の光磁気記録媒体について述べてきたが、光ディスク基板上に、アドレス情報を有する蛇行したスパイラル状の案内溝、またはサンプルサーボ方式等の蛇行したトラッキングガイドのためのプリピットを設けた構成の光ディスク基板を用いてもよい。

- さらに、本実施形態の光ディスク基板のトラックピッチは  $0.5 \mu\text{m}$  から  $0.8 \mu\text{m}$ 、グループ幅は  $0.4 \mu\text{m}$  から  $0.6 \mu\text{m}$  であるが、上記構成の情報記録トラックのグループ間が矩形型、または逆V字型のランドまたはグループにより、記録トラック間が遮断され、トラックピッチが  $1.0 \mu\text{m}$  以下で、情報の記録されるランドまたはグループの間に  $0.2 \mu\text{m}$  から  $0.8 \mu\text{m}$  の幅を有するグループまたはランド部により構成されればよい。また、さらにトラックピッチを小さくするか、またはさらに記録トラック間をアニール処理することにより、さらに高密度な光磁気記録媒体が可能となる。

- また、ランド面またはランド面および、グループ部との間の傾斜面の面粗さを  $R_a(L) \geq 1.5 \text{ nm}$  と大きくし、情報を記録するグループ内を  $R_a(G) \leq 1.5 \text{ nm}$  の平滑な表面に形成する構成により、隣接するグループ間、または、ランド面と傾斜面との境界での記録トラック間での磁気的な遮断によりDWD動作による磁壁移動特性に大きな効果が実現でき、さらに、情報記録トラック間をアニール処理することによっても、優れたDWD方式による光磁気記録媒体を実現できる。

- また、上述の実施形態における光磁気記録媒体では、第1及び第2の誘電体層としてSiN膜、及びZnSSiO<sub>2</sub>膜を用いた構成について



述べてきたが、ZnS膜またはその他のカルコゲン化物の膜、TaO<sub>2</sub>等の酸化物の膜、AlN等の窒化物の膜、または、それらの混合物の薄膜を用いても良い。また、誘電体層の膜厚は、20nm以上300nm以下の範囲で、エンハンス効果により信号量を増大させる構成であれば

5 良い。

また、上述の実施形態における光磁気記録媒体での各層を構成する磁性膜として、再生層としてはGdFeCoAl、GdFeCoCr、制御層、中間遮断層としては、TbDyFeCo、TbDyFeCr、TbFeCoCr、TbHoFeCo、TbHoFeAl、記録層として

10 TbHoFeCo、TbFeCo、TbFeCoCr膜をそれぞれ使用して積層した構成の記録膜からなる光磁気記録媒体について述べてきたが、TbFe、TbHoFe、TbCo、GdCo、GdTbFe、GdTbFeCo、GdTbHoFeCo、DyFeCo、GdFeCoSi、等の希土類-遷移金属系フェリ磁性の非晶質合金、または、Mn

15 Bi、MnBiAlまたはPtMnSn等のMn系磁性膜の多結晶材料を用いた光磁気材料、または、ガーネット、PtCo、PdCoなどの白金族-遷移金属合金、Pt/Co、Pd/Coなどの金、白金族-遷移金属周期構造合金膜などを用いても良く、またはそれらを含み、かつ、材料または組成の異なる複数の記録層より構成された記録膜であればよ

20 い。また、上述の磁性層には、Cr、Al、Ti、Pt、Nbなど耐食性改善のための元素添加を行なっても良い。

また、Tbに対して5mol%以上、より好ましくいコラム形状の幅を形成する手段として、20mol%から30mol%のHoを添加した構成について述べてきたが、その他の膜中に構造を誘起する材料を添

25 加し、コラム状に構造単位を大きくする構成であれば、同等の効果が得られる。

- さらに、本実施形態では、再生層、制御層、中間遮断層、記録層等を積層した記録膜の膜構成としては、30 nmから40 nmの膜厚の再生層、5 nmから15 nmの膜厚の制御層または中間遮断層、60 nmから120 nmの薄膜の記録層について述べてきたが、上記膜厚に限定されるものではなく、本発明の特性を満たすように、記録層と再生層との間で、十分な磁氣的結合力が得られ、膜厚が5 nmから200 nmの範囲であれば良く、また、より好ましくは、例えば、再生層を10 nmから100 nm、制御層を5 nmから50 nm、中間遮断層を5 nmから50 nm、及び記録層を30 nmから200 nmとすることにより、同等の効果が得られる。

さらに、記録補助層、転写制御層等、またはその他の記録再生特性を改善させるための磁性膜を用いた構成であっても良い。また、中間遮断層としては、膜厚方向での組成または磁壁エネルギー密度を変化させた多層構成の磁性膜を設けても良い。

- さらに、記録信号を、短波長、高N.A.の光学ヘッド、または、GMR磁気ヘッド等の微小な磁区の検出可能な方法を用いれば、上記コラム状の構造単位を有する記録層単層の構成、または、磁氣的超解像、磁壁移動による磁区拡大を用いない多層膜構成であっても、同等の効果が得られる。
- さらに本実施形態では、基板上に誘電体層を介して、再生層、中間層、記録層を順次積層し、ディスク基板を介して記録再生を行う構成について述べてきたが、基板上に記録層、中間層、再生層と逆方向に順次積層した膜構成を用いて、光磁気ディスクの膜面側から信号を再生する方法であっても良い。その場合、GMRヘッド等の磁気ヘッド、近接場光を利用した光学ヘッド、高NAの光学ヘッドを用いた方法、あるいはそれらの方法を記録時と再生時とで組み合わせた方法であっても、同等以上

の効果を得られる。

また、本発明の光磁気記録媒体における各層を構成する磁性層は、例えばそれぞれの金属材料を用いたターゲット、または必要な材料を混合した合金ターゲットを用いてマグネトロンスパッタリング法によって、

- 5 製膜時のArガス圧を例えば0.3Pa以上6.0Pa以下に設定して膜形成すれば作製可能である。また、この製造プロセスにおける製膜時のArガス、Krガス、XeガスまたはNeガスを用いた場合のガス圧、またはバイアス電圧、カソード等からの磁界またはスパッタガスの種類などの製膜条件、更には使用する装置に関わる要因により、形成される
- 10 磁性膜のGd等の希土類金属組成を変化した場合にも、製造可能である。例えば、GdFeCoのGd組成比を24%から27%の範囲で変化させる場合に、製膜時のArガス圧を1.2Paから0.4Paに変化させることにより、膜形成する方法等を用いることができる。

- さらに、多元スパッタリング方式による周期的な積層方式の成膜方法、
- 15 例えば、自公転または静止対向型のスパッタリング方式等であっても、製膜装置条件を制御することにより製造できる。この場合、記録層のコラム状の構造単位を大きくし、保磁力Hc、及び垂直磁気異方性Kuを大きくする構成であれば、記録層の信号を再生層に確実に転写し、再生時にはスムーズに磁壁移動させて、安定して磁区拡大による再生を行う
- 20 ことができる。

- さらに、記録層の上に誘電体層に直接オーバーコート層を形成した構成について述べてきたが、記録層に直接、または誘電体層を介して、さらに熱吸収層を配置した構成であってもよい。また、熱吸収層の材料としては、AlTi、Al、Cu、Ag、Auの少なくとも1つを含む合
- 25 金属材料であって、記録膜よりも熱伝導率の大きい材料であれば良い。

さらに、オーバーコート層（保護層）をエポキシアクリレート系樹脂、

またはウレタン系樹脂から形成した構成について述べてきたが、その他の紫外線硬化型の樹脂、熱硬化型の樹脂、潤滑剤を含有した樹脂材料、またはホットメルト接着剤などを用いて他の基材と貼り合わせた構造を採用することも可能である。

- 5      さらに、DWDD方式を用いた光磁気記録媒体とその再生方式について述べてきたが、それ以外は磁壁移動タイプの磁区拡大再生方式、シュリンク動作による再生磁区の拡大再生方式または再生磁界交番型の再生方式等であっても、高信号品質化、高記録密度化を得るために記録再生方式を用い、記録層にコラム状の構造を形成した構成であれば、0.1
- 10    $\mu\text{m}$ 以下であっても微小磁区の安定性に優れ、再生層への転写再生時にも高密度での安定した記録再生が可能であり、同等にまたはそれ以上の効果が得られる。

#### 産業上の利用可能性

- 上記のように、本発明により、記録膜の温度勾配を利用した磁壁移動
- 15   型拡大再生方式により、記録密度ならびに転送速度を大幅に向上させる光磁気記録媒体において、記録情報の書き換えを行う記録層が膜面垂直方向の柱状のコラム構造を備えることにより、高密度記録した場合にも記録磁区の安定化と、DWDD方式による転写磁区の安定した移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。
- 20   また、記録層の柱状構造の構造単位の幅を2nmから40nm、膜厚を40nm以上により、記録情報の繰り返し記録再生特性に優れた光磁気記録媒体を実現できる。

- しかも本発明によれば、合金ターゲットを用いた静止対向型の製膜方式であっても、柱状構造を有する記録層を形成した構成により、記録マ
- 25   ーク長が小さい場合にも品質の高いDWDD方式による光磁気記録媒体を実現できる。

このように、本発明によれば、光学的な回折限界による制約を受けることなく光磁気記録媒体に記録されている高密度の情報信号の再生時の分解能を高めることが可能となる。

- また、データ転送レートの向上が可能であり、記録磁区と再生層への
- 5 転写特性を安定化させることにより、DWDD方式による転写磁区の再生信号特性の安定性も高く、更に、信号振幅の増大も可能であり、高密度でかつ信号特性の高い光磁気記録媒体が提供される。さらに、重畳信号も低減しての再生が可能なので各種マージンが広がり、光磁気記録媒体の製造コスト、及び記録再生装置のコストを下げることができる。

## 請求の範囲

1. 光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層及び記録層を有する記録膜を含み、
- 5 前記記録膜は磁氣的に結合しているとともに、膜面垂直方向に磁気異方性を有する磁性膜であり、  
前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体であって、
- 10 前記記録層が略垂直方向に配向した柱状構造を含むことを特徴とする光磁気記録媒体。
2. 前記記録層が前記再生層よりも構造単位幅の大きい柱形状を含む請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。
3. 前記再生層が非晶質構造である請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。
- 15 4. 前記記録層が前記再生層よりも磁性薄膜の密度が小さい請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。
5. 前記記録層と前記再生層には A r 原子を含む請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。
6. 前記記録層の A r 原子含有量が、前記再生層の A r 原子含有量よりも多い請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。
- 20 7. 前記記録層がポーラス構造を含む請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。
8. 前記記録層が磁性薄膜の密度が  $2.0 \text{ g/cm}^3$  以上  $5.0 \text{ g/cm}^3$  以下である請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。
9. 前記記録層の A r 原子の含有量が  $0.5 \text{ mol}\%$  を越える請求項 5
- 25 に記載の光磁気記録媒体。
10. 前記記録層の柱状構造の幅が  $2 \text{ nm}$  以上  $40 \text{ nm}$  以下である請求

項 1 に記載の光磁気記録媒体。

1 1. 前記記録層の膜厚が 40 nm 以上 300 nm 以下である請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

1 2. 前記記録層の記録トラック領域の隣接トラックとの境界部分では、  
5 前記記録層の柱状構造の方向が膜面垂直方向から傾斜している請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

1 3. 少なくとも前記中間層が柱状構造を含む請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

1 4. 前記中間層の柱状構造の幅が 2 nm 以上 40 nm 以下、かつ厚みが  
10 5 nm 以上 80 nm 以下である請求項 1 3 に記載の光磁気記録媒体。

1 5. 少なくとも前記再生層の磁壁移動を抑制する制御層をさらに備え、前記制御層が柱状構造を含む請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

1 6. 前記制御層の柱状構造の幅が 2 nm 以上 40 nm 以下、かつ厚みが  
15 5 nm 以上 80 nm 以下である請求項 1 5 に記載の光磁気記録媒体。

1 7. 前記記録層、前記中間層及び前記制御層の少なくとも一つは希土類金属と遷移金属との合金薄膜により形成されている請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

1 8. 前記希土類金属は、少なくとも Tb、Gd、Dy 及び Ho を含有する請求項 1 7 に記載の光磁気記録媒体。

20 1 9. 前記再生層が原子オーダーのランダムで微細な非晶質である請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

2 0. 前記再生層が 2 nm 未満の非晶質構造である請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

2 1. 前記再生層は前記記録層に比べて磁壁抗磁力が小さい請求項 1 に  
25 記載の光磁気記録媒体。

2 2. 前記再生層が多層構造である請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

23. 前記再生層が、キュリー温度または補償組成温度の異なる多層構造により形成されている請求項22に記載の光磁気記録媒体。

24. 前記光ディスク基板の溝部の間に形成されたランド部、または溝間の傾斜部分により少なくとも前記再生層または前記記録層が磁化を遮

- 5 断され、かつ前記光ディスク基板の溝部から前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって記録情報が再生される請求項1に記載の光磁気記録媒体。

25. 前記溝部の幅が $0.2\mu\text{m}$ 以上 $0.8\mu\text{m}$ 以下、前記溝部の深さが $\lambda/20\text{nm}$ 以上 $\lambda/3\text{nm}$ 以下の範囲にある請求項24に記載の光磁気

- 10 記録媒体。

26. 前記溝部の間に形状が矩形、または逆V字型であって、高さが $20\text{nm}$ 以上 $80\text{nm}$ 以下の範囲にあるランド面を形成した請求項24に記載の光磁気記録媒体。

27. 前記再生層、中間層及び記録層の各層間の結合が、交換結合及び

- 15 静磁結合から選ばれる少なくとも一つの結合である請求項1に記載の光磁気記録媒体。

28. 光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層及び記録層を有する記録膜を含み、

前記記録膜は磁気的に結合しているとともに、膜面垂直方向に磁気異

- 20 方性を有する磁性膜であり、
- 前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体の製造方法であって、

真空室内に光磁気記録媒体材料からなるターゲットと前記ターゲット

- 25 に対向した位置に前記光ディスク基板を配置し、
- 固定または自転した前記光ディスク基板上に前記記録膜を形成する組



成を有するターゲットを用いて非酸化性雰囲気中でマグネトロンスパッタリングすることにより、略垂直方向に配向した柱状構造の記録膜を形成することを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法。

29. 前記ターゲットが合金化した材料である請求項28に記載の光磁気記録媒体の製造方法。

30. 前記ターゲットが複数であり、マグネトロンスパッタリングにより単原子単位で積層する請求項28に記載の光磁気記録媒体の製造方法。

31. 前記真空室内に圧力が、柱状構造を有する記録層の製膜時には1 Pa以上6 Pa以下の範囲にある請求項28に記載の光磁気記録媒体の製造方法。

32. 前記記録層の製膜時に、真空室内に少なくともArガスと、Krガス及びNeガスから選ばれる少なくとも一つのガスを導入する請求項28に記載の光磁気記録媒体の製造方法。

33. 前記記録層の製膜時の堆積速度が、0.5 nm/sec以上15 nm/sec以下である請求項28に記載の光磁気記録媒体の製造方法。

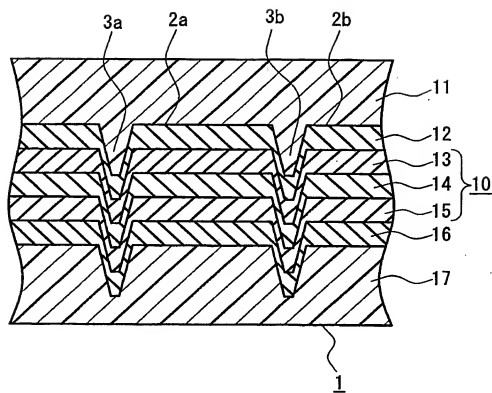
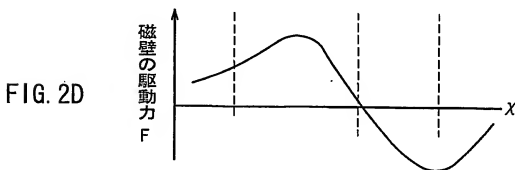
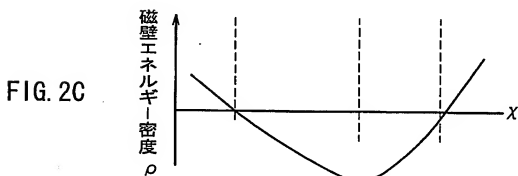
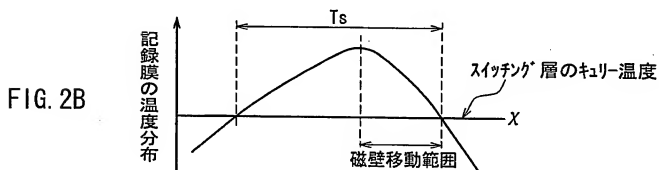
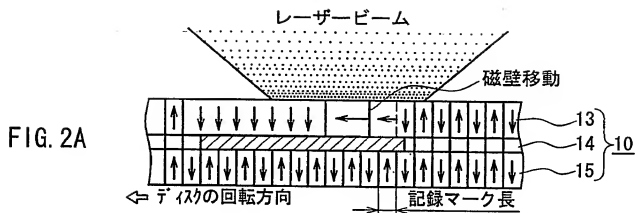


FIG. 1



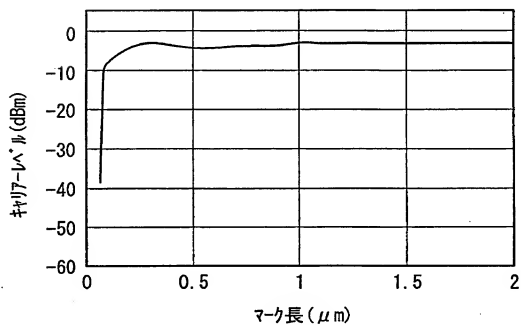


FIG. 3

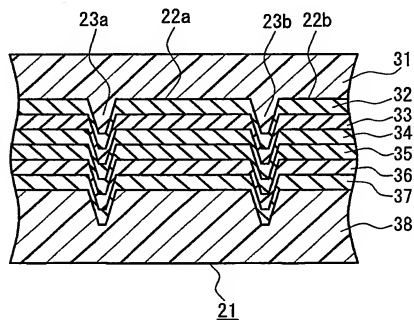


FIG. 4

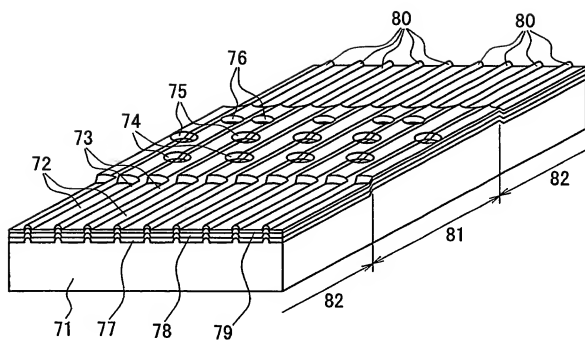


FIG. 5

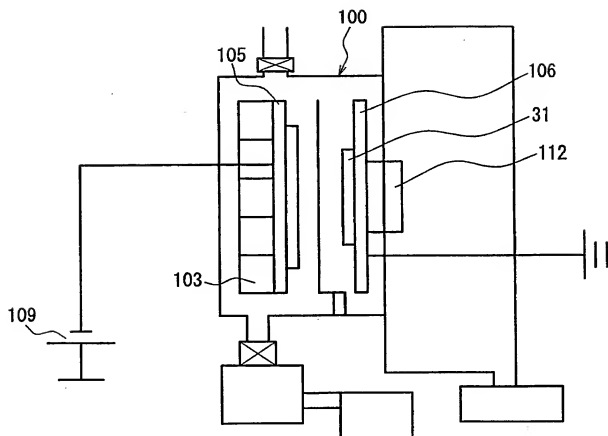


FIG. 6



FIG. 7A

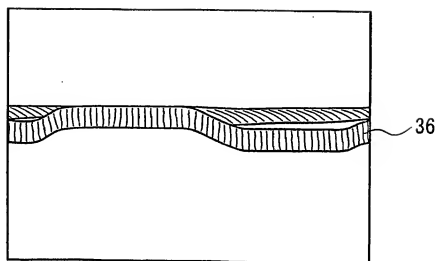


FIG. 7B

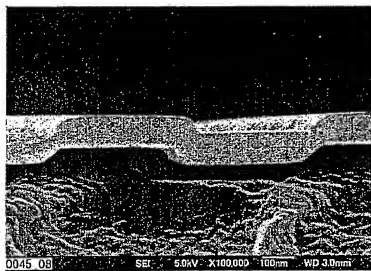


FIG. 8A

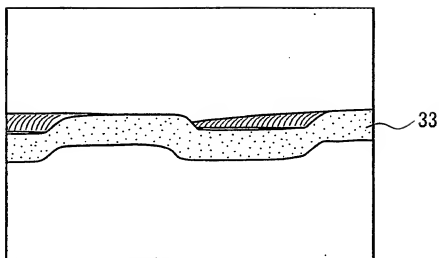


FIG. 8B



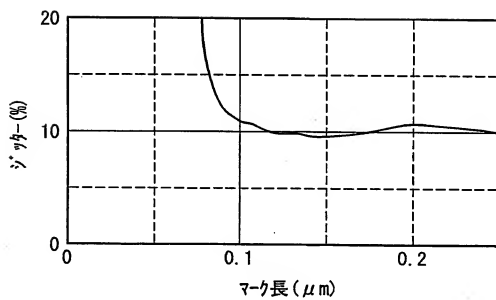
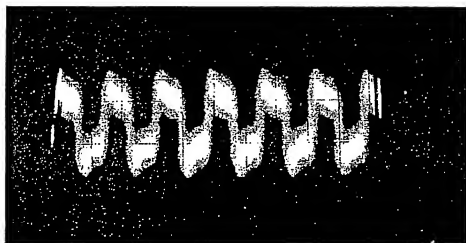


FIG. 9

mark length =  $0.1 \mu\text{m}$

FIG. 10A



mark length =  $0.15 \mu\text{m}$

FIG. 10B



mark length =  $0.2 \mu\text{m}$

FIG. 10C



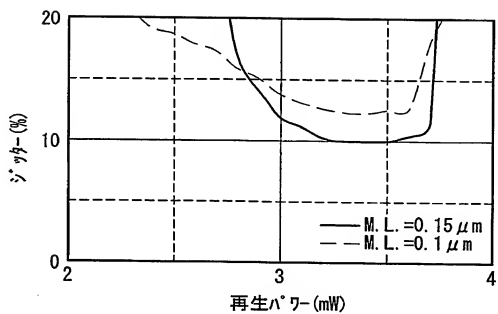


FIG. 11

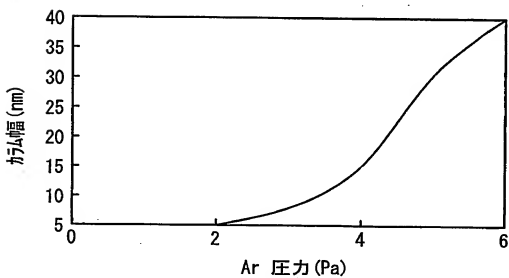


FIG. 12

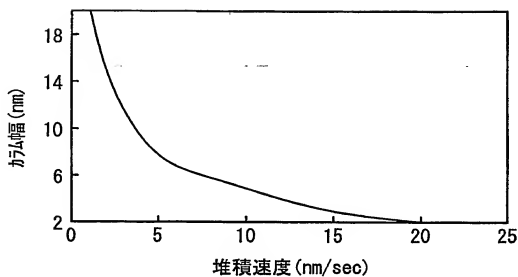


FIG. 13

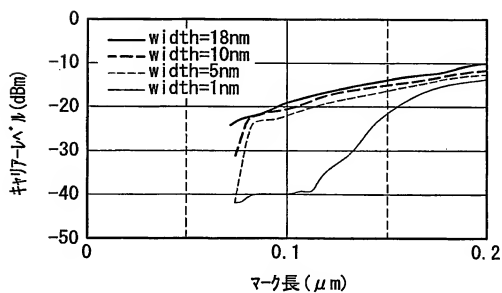


FIG. 14

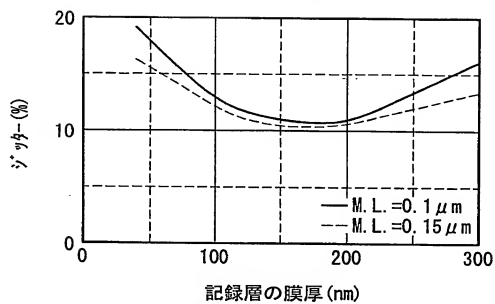


FIG. 15

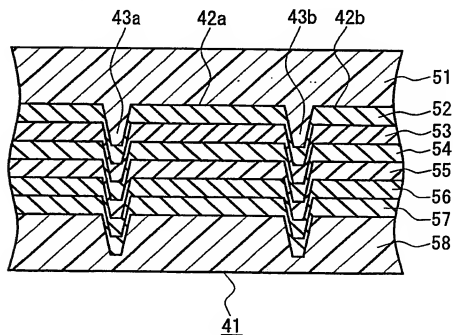


FIG. 16

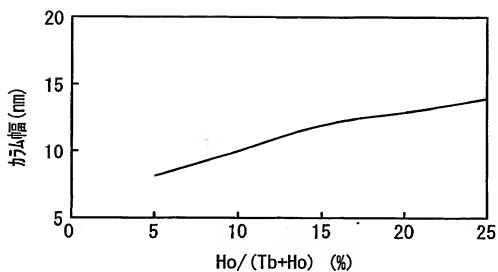


FIG. 17

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12289

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G11B11/105

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G11B11/105

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2002-42393 A (Canon Inc.), 08 February, 2002 (08.02.02), Full text; all drawings (Family: none)	1, 28
Y	JP 9-147436 A (Fujitsu Ltd.), 06 June, 1997 (06.06.97), Par. Nos. [0086] to [0090]; Fig. 1 & US 5740133 A1	1-33
Y	JP 9-180278 A (Hitachi, Ltd.), 11 July, 1997 (11.07.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-33

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 11 March, 2003 (11.03.03)

Date of mailing of the international search report  
 25 March, 2003 (25.03.03)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12289

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-184727 A (Sony Corp.), 06 July, 2001 (06.07.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-33
Y	JP 4-48449 A (Fujitsu Ltd.), 18 February, 1992 (18.02.92), Full text; all drawings (Family: none)	5-7, 9
Y	JP 2000-187898 A (Canon Inc.), 04 July, 2000 (04.07.00), Full text; all drawings & EP 994472 A1 & US 6197440 B1	1-33
A	JP 4-176036 A (Fujitsu Ltd.), 23 June, 1992 (23.06.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-33



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B11/105

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B11/105

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	J P 2002-42393 A (キャノン株式会社) 2002.02.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 28
Y	J P 9-147436 A (富士通株式会社) 1997.06.06, 【0086】-【0090】, 図1 & US 5740133 A1	1-33
Y	J P 9-180278 A (株式会社日立製作所) 1997.07.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-33

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.03.03

国際調査報告の発送日

25.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中野 浩昌

5D

9294

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) .	関連すると認められる文献	
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-184727 A (ソニー株式会社) 2001. 07. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-33
Y	J P 4-48449 A (富士通株式会社) 1992. 02. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5-7, 9
Y	J P 2000-187898 A (キャノン株式会社) 2000. 07. 04, 全文, 全図 & E P 994472 A1 & U S 6197440 B1	1-33
A	J P 4-176036 A (富士通株式会社) 1992. 06. 23, 全文, 全図, (ファミリーなし)	1-33